

MgO を用いた Mg 添加 GaN のハライド気相成長

Halide vapor phase epitaxial growth of Mg-doped GaN layers using MgO

名大院工¹, 名大未来材料・システム研究所², 名大赤崎記念研究センター³, 名大 VBL⁴°(D)大西 一生¹, (M1)天野 裕己¹, 藤元 直樹², 新田 州吾², 本田 善央², 天野 浩^{2,3,4}Dept. of Electronics, Nagoya Univ.¹, IMaSS, Nagoya Univ.²,ARC, Nagoya Univ.³, VBL, Nagoya Univ.⁴°Kazuki Ohnishi¹, Yuki Amano¹, Naoki Fujimoto², Shugo Nitta²,Yoshio Honda², and Hiroshi Amano^{2,3,4}

E-mail: k.ohnishi@nagoya-u.jp

GaN 系パワーデバイスの高耐圧化に向けて、高純度厚膜 GaN 層の成長が必須である。GaN デバイスの作製には、一般的に有機金属気相成長 (MOVPE) 法が用いられる。しかし、MOVPE 法は III 族原料に有機金属を使用するため、GaN 中に深い準位を形成する炭素の混入が避けられず、デバイスの性能劣化を引き起こす。一方、GaN 自立基板作製に用いられるハライド気相成長 (HVPE) 法は、原料に炭素を含まないため、高性能なパワーデバイス作製法として魅力的である。実際に、HVPE 法を用いた GaN ドリフト層の成長が報告されている[1]。HVPE 法を用いたデバイス構造を実現するためには、p 型 GaN の作製が重要となる。しかし、HVPE 法を用いた p 型 GaN 作製の報告例は少なく[2]、未だ安定した作製技術は確立されていない。本研究では、固体 MgO を Mg 原料として用いることによって、HVPE 法による p 型 GaN の作製を試みた。

MOVPE 法によって作製されたサファイア基板上 GaN テンプレート上に HVPE 法を用いて Mg 添加 GaN を約 25 μm 成長させた。本研究では、Mg 原料として化学的安定性の高い MgO を用いた。電気炉の中に設置された MgO に HCl を流すことによって、MgCl ないしは MgCl₂ の形で Mg 添加を行った。二次イオン質量分析 (SIMS) 法およびフォトルミネッセンス (PL) 法を用いて結晶の光学特性および不純物濃度をそれぞれ評価した。

SIMS 測定によって得られた Mg 濃度の HCl 流量依存性を Fig. 1 に示す。HCl 流量が増加するに伴い、Mg 濃度が増加することがわかる。成長後の試料の室温 PL スペクトルを Fig. 2 に示す。Mg 濃度に依存してバンド端 (NBE) の発光強度およびスペクトル形状が変化していることがわかる。Mg 濃度 $3.4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ および $1.5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の試料において、3.4 eV 付近の NBE 発光と 3.3 eV 付近の紫外発光 (UVL) が観測された。また、Mg 濃度 $3.6 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の試料において、2.9 eV 付近にも発光が観測された。3.3 eV の UVL は、伝導帯または浅いドナー準位と Mg が形成するアクセプター準位間の遷移である[3]。また、2.9 eV 付近の青色発光 (BL) は深いドナー準位と Mg が形成するアクセプター準位間の発光と考えられる[3]。これらの PL スペクトルの変化の傾向は、MOVPE 法によって成長された Mg 添加 GaN と同様である。以上より、MgO を用いることによって、GaN 中に Mg を添加し、Mg 濃度を制御することができた。また、Mg が形成するアクセプター準位に起因した発光も観測した。電気特性評価による伝導型の制御に関しては当日報告する。

[謝辞]

本研究は、文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」および NEDO「低炭素社会を実現する次世代パワーエレクトロニクスプロジェクト」の支援を受けたものです。

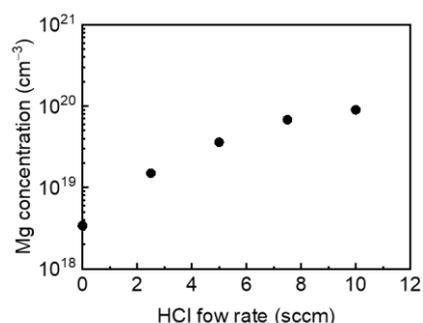
[1] H. Fujikura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **56**, 085503 (2017).[2] A. Usikov *et al.*, Phys. Status Solidi C **5**, 1829 (2008).[3] M. A. Reshchikov and H. Morkoç, J. Appl. Phys. **97**, 061301 (2005).

Fig. 1. Mg concentration as a function of the HCl flow rate in the MgO zone.

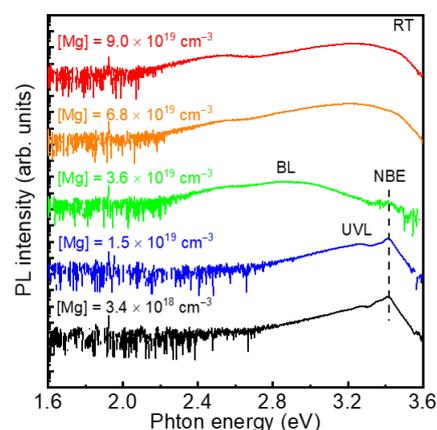


Fig. 2. Room-temperature PL spectra of Mg-doped GaN layers with various Mg concentrations.